

智能化保温油漆设计软件在供热工程中的运用

许红胜¹, 王莉², 王少宁³

(1 东南大学设计院 热电工程设计研究所, 江苏 南京 210096;
2 南京工业大学 信息科学与工程学院, 江苏 南京 210009;
3 江苏省电力设计院, 江苏 南京 210024)

[摘要] 保温油漆设计是供热管道设计中的一个重要环节, 由于其涉及的因素多, 计算繁琐, 运用计算机软件来完成这项工作可大大减少保温设计和油漆设计的重复计算工作。由于采用了软件设计的智能化, 自动判断和筛选功能减少了数据的重复计算和输入。在公共数据库的支持下, 减少了规程规范和材料特性的查阅和输入, 实现了保温提资、说明表和材料汇总功能的一体化。针对新的规范和新的软件平台在基于原有旧规程的保温油漆软件的基础上新开发了智能化保温油漆设计软件的设计流程和计算模型, 并将该软件运用于工程实际, 实现了设计过程的智能化, 提高了保温油漆的设计质量和效率。

[关键词] 供热管道, 智能化, 保温油漆, 设计软件, 工程运用

[中图分类号] TK 124 [文献标识码] B [文章编号] 1672-1292(2005) 03-0001-04

Development and Application of the Insulation and Painting Smart Design Software for Thermal Power Plant

XU Hongsheng¹, WANG Yili², WANG Shaoning³

(1. Thermoelectric Engineering and Research Institute, School of Design, Southeast University, Jiangsu Nanjing 210096 China
2. School of Information Science and Engineering Nanjing University of Technology, Jiangsu Nanjing 210009 China
3. Jiangsu Electric Power Design Institute, Jiangsu Nanjing 210024 China)

Abstract The design of insulation and painting plays a very important role in designing power plant. It is necessary to develop and apply the computer softwares into practical design to avoid the repeated computations. The automated choosing and sorting in the intellectualized design can reduce the demands for repeated computations and input data. With the help of the software, the rules and material properties can be achieved automatically based on the existed public database. The pick-up of the insulation data, the demonstrative table and the material collection can be incorporated in the software. A new insulation and painting intelligent design software for power plant is developed based on the new national insulation standard and new software-designing platform in this paper. The software has been used successfully in practical design and contributed to the insulating and painting's designing in engineering as a result of realizing intellectualization and promoting the design quality and efficiency.

Key words heat supplied duct, intellectualized design, insulation and painting design software, engineering application

0 引言

保温油漆设计作为供热管道设计的一个重要环节, 历来受到人们的重视, 许多工业发达国家(如美国、日本、英国等)均制订有相关的设计规程, 目的是确保工程的安全性、经济性和实用性。我

国在吸取国外保温油漆设计先进经验的基础上结合本国的实际情况, 对原规程《火力发电厂保温油漆设计规程》(SDGJ59—84)(以下简称旧规程)作了修订和增补, 并于 1997 年颁布了新的《火力发电厂保温油漆设计规程》(DL/T 5072—1997)(以下简称新规程)。新规程在诸如保温层厚度计算模

型、相关参数的选取、辅助材料的选用和用量计算等方面作了大量的改进,使得保温油漆的设计更趋于计算准确、规则标准、经济合理。鉴于新旧规程之间的差异以及软件平台环境的更新,依据旧规程开发的保温油漆设计软件已难以满足和适应新的需求。为了更好地执行新规程,提高保温油漆设计的质量和效率,江苏电力设计院和东南大学合作成功开发了新的智能保温设计软件(以下简称软件),该软件已通过评审,并在工程实际应用中取得了较好的经济效益。

1 软件的模型

1.1 设计流程

软件的设计流程如图 1 所示,软件以完成保温结构设计、保温提资设计和油漆设计为目标,通过原始数据的输入、工程数据库的维护等最终完成各相应工程量的计算,并以说明表和汇总表的形式打印输出。

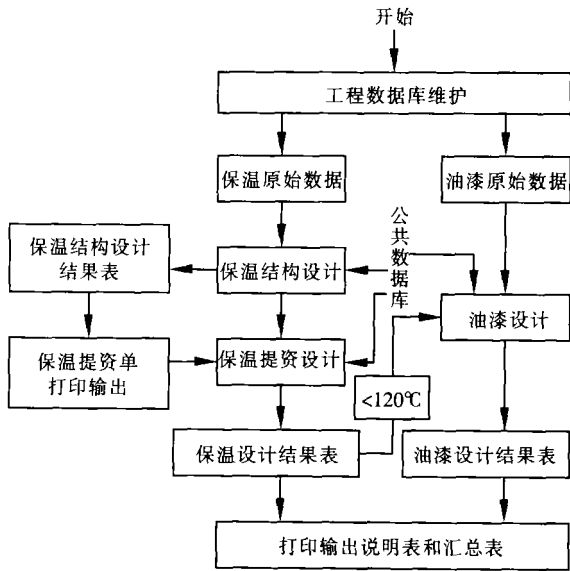


图 1 软件设计流程图

1.2 保温层经济厚度的计算模型

考虑了材料价格、能源价格、贷款利率等经济因素对保温层厚度的影响,经济厚度法是国内外公认的较为合理的保温层厚度计算方法。它以散热损失年费用 C_q 与保温结构投资年分摊费用 C_s 之和 C (保温对象年总费用) 的最小值为目标,在保温结构外表面温度 t_s 和散热密度 q 的约束下求出最佳厚度。

其数学模型如下:

$$\begin{cases} C = C_q + C_s \\ t_s \leq t_{s\max}, q \leq q_{\max} \end{cases}$$

式中, t_s 、 $t_{s\max}$ 分别为保温结构外表面温度和允许最大温度; q 、 q_{\max} 分别为保温结构外散热密度和允许最大散热密度。

根据保温对象的类别,经济厚度法的算法分为圆管和平面两类模型,每一类又根据保温材料结构的不同分为单层和复合两种模型。圆管复合保温结构的模型如下:

$$\begin{cases} C_q = \frac{7.2\pi\tau A_e(t - t_a) \times 10^{-6}}{\frac{1}{\lambda_1} \ln \frac{D_1}{D_0} + \frac{1}{\lambda_2} \ln \frac{D_2}{D_1} + \frac{2000}{\alpha D_2}} \\ C_s = \left[\frac{\pi}{4} (D_1^2 - D_0^2) P_1 \times 10^{-6} + \frac{\pi}{4} (D_2^2 - D_1^2) P_2 \times 10^{-6} + \pi D_2 P_3 \times 10^{-3} \right] S \\ C = C_q + C_s \\ t_s \leq t_{s\max}, q \leq q_{\max} \end{cases}$$

式中, τ 为年运行时间; S 为保温工程投资贷款年分摊率; A_e 为介质火用质系数; D_0 为管道外径; D_1 、 D_2 分别为复合保温内外层外径; α 为保温结构外表面传热系数; λ_1 、 λ_2 分别为复合保温内外层材料热导率; P_1 、 P_2 、 P_3 分别为保温内、外层和保护层材料的单位造价。

通过分析可知,对于具体工程的热力管道,在各设计参数如介质种类和温度、保温层和保护层材料等确定后, τ 、 S 、 A_e 、 D_0 、 P_1 、 P_2 、 P_3 、 $t_{s\max}$ 、 q_{\max} 均为常量,而 t_s 、 q 、 λ_1 、 λ_2 、 α 最终均可化为以下形式:

$$\begin{aligned} h &= f_h(D_1, D_2) \quad (h \text{ 为 } t_s, q, \lambda_1, \lambda_2); \\ \alpha &= f_{\alpha 1}(D_2) \quad (\text{室内}); \\ \alpha &= f_{\alpha 0}(D_1, D_2) \quad (\text{室外}). \end{aligned}$$

因而,在确定的设计参数条件下,保温对象年总费用仅为保温层内外层外径的函数,即:

$$C = g(D_1, D_2).$$

图 2 所示是上述模型的一个实例,可以看出在可行区内存在一最佳点 (D_1, D_2) 使得 C 最小。

1.3 保温主材选择的智能化模型

提供了保温层材料 and 保护层材料(以下简称保温主材)的智能化自动选择功能。设计人员只需在建立工程后一次性定制好保温主材的设计准则库,在随后的每根管道的结构设计中,就无需再选择保温层和保护层材料。程序将根据输入的信息如管道、介质温度、安装地点等条件自动选择出唯一的保温主材。

1.4 辅助材料设计的智能化模型

辅助材料的智能化设计是本软件的一个创新,

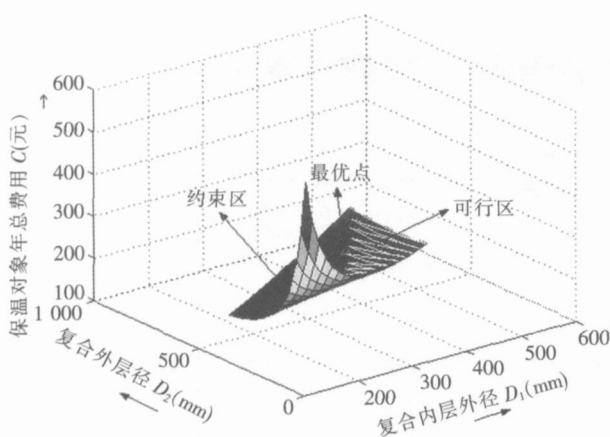


图2 管道复合结构的经济厚度法计算模型示意图

它将新规程关于辅助材料计算的规定数字化, 尤其是将《保温结构部件设计工程图》转化为数据库的形式. 其数据库模型与实际对象模型一一对应, 既易于理解, 又方便使用, 显著地减少了设计人员的工作量. 同时辅助材料工程量计算的规则化和公式化, 很好地保证了设计的规范性和准确性.

在设计中, 该软件根据保温结构设计时的各参数以及设计人员输入的提资参数自动推荐一符合条件的典设图, 如符合条件的典设图不唯一则提供所有符合条件的典设图供设计人员选择, 待设计人员确定后程序即可按照典设图将所有材料的用量详细计算出来, 并可以按类别进行汇总, 而且引用图纸的图号及其对应的材料表都有据可查, 很好地满足了设计及施工的需要.

2 软件的功能特点

2.1 功能

软件提供了较为完善的功能, 主要有以下几个方面:

(1) 提供了与新规程相对应的所有保温厚度计算方法. 新规程提供了 8 种保温厚度计算模型, 软件实现了所有算法的设计, 并在此基础上加以扩充, 如增加了防烫伤法、完全经济厚度法等, 很好地满足了保温设计的需求.

(2) 提供了保温材料按方案自动选择、管道材质自动选择等自动设计功能, 提高了设计的质量和效率. 其中保温材料按方案自动选择是本软件的智能化功能.

(3) 依据新规程和典型设计图提供了两种辅助材料设计方法, 其中依据典设图的设计方法是本软件的另一个智能化功能.

(4) 依据新规程提供了油漆设计功能.

(5) 能完成保温油漆说明表和汇总表的生成、

打印预览和输出, 并提供了辅助材料明细表的打印输出功能, 辅助材料明细表详细开列了每一管道辅助材料的设计结果, 为设计和采购提供了数据.

(6) 提供了相关的保温辅助计算工具, 如: 介质系数计算、水蒸汽性质计算等.

2.2 特点

(1) 智能化程度高

软件中提供了大量的自动计算和设计功能, 如管道材质的自动选择、保温材料的自动选择、辅助材料的自动设计等, 显著地减少了设计人员的输入工作量, 同时也减少了操作的失误, 另外还有利于软件一体化的实现, 考虑并预留了与 P&D 图及三维设计软件 PDM S 的接口.

(2) 数据库功能完善

软件使用 Microsoft Access 2000 作为数据库开发工具, 根据新规程将大量的条款数字化, 以数据表的形式放入数据库, 同时将新规程中提供的大量参考数据资料也纳入数据库以便于查阅、引用, 另外还有以典设图为基础的辅助材料库等. 这不仅为智能化的实现提供了有力的保障, 同时也有利于以后的升级维护.

(3) 图形界面友好

采用 VC++ 6.0 作为软件开发工具, 以用户熟知的窗口和对话框形式显示, 大量使用了按钮、编辑框、下拉列表等控件, 具有鼠标键盘的交互输入功能, 操作方便直观, 起到了提高设计效率和减少失误的作用.

3 工程运用

在扬州第二发电厂及山东济宁运河电厂工程施工图设计中全面应用了该智能化保温油漆设计软件, 设计计算了保温结构表、保温油漆清册, 清册包含了保温说明表、油漆说明表、保温主材汇总表、保温辅助材料汇总表、油漆材料汇总表及结构典设图.

如此深度的详细设计在以往工程中设计耗工是不可想象的. 该软件的设计效率不仅表现在运算速度快、辅助输入效率高, 更在保温结构设计及其辅助材料的统计上有很强的智能. 新软件计算准确, 计算结果比老规程有所加厚, 保温厚度符合《火力发电厂保温油漆设计规程》(DL/T 5072-1997)的要求.

图 3 为供热蒸汽管道设计中使用智能化保温油漆设计软件的界面, 在供热工程的设计中, 使用该软件提高设计效率近 10 倍, 设计质量零差错, 取

得了很好的质量和效益.

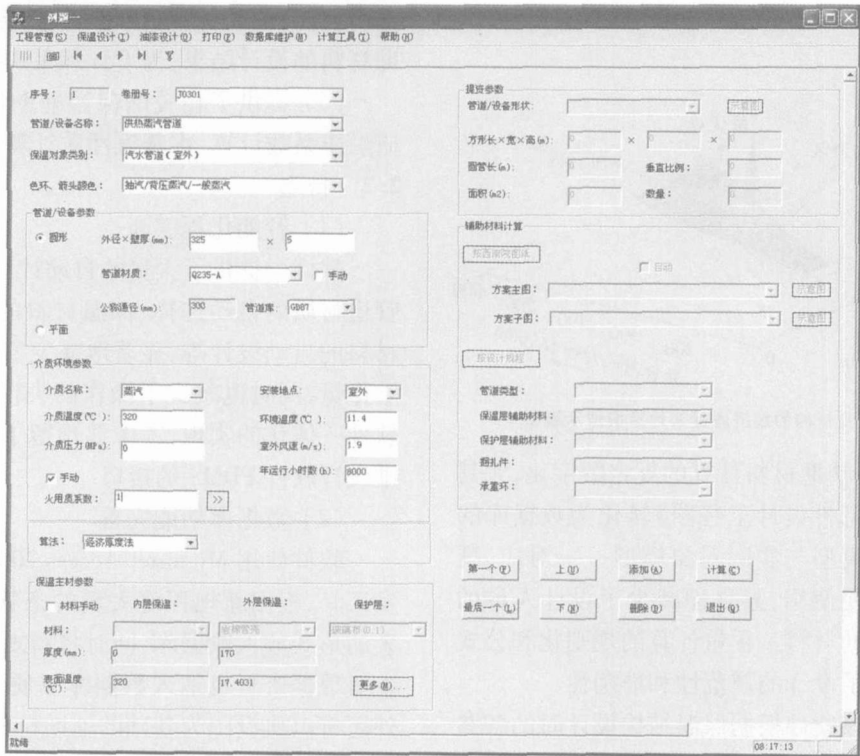


图 3 供热蒸汽管道设计中使用智能化保温油漆设计软件的界面

4 结 论

智能化保温油漆设计软件很好地体现了《火力发电厂保温油漆设计规程》(DL/T 5072—1997)的要求,并对《保温结构部件设计》典型设计图进行了数字化处理,实现了设计过程的高度智能化.该软件已成为供热工程设计中的必备软件,使用它可以较大幅度地提高保温油漆的设计质量和设计效率.

[参考文献]

[1] 电力部西南电力设计院. 电厂保温油漆设计规程 [M]. 北京: 中国电力出版社, 1997.

[2] 电力部西南电力设计院. 保温结构部件设计工程图 [M]. 成都: 西南电力设计院, 1984.

[3] 许红胜, 王少宁. 火电厂热力设备和管道保温油漆 CAD 软件开发 [J]. 能源研究与利用, 1995 (4): 43—44.

[4] 左俊杰. 电厂保温油漆工程量的电算化 [J]. 电力建设, 2000 21 (6): 41—42.

[责任编辑: 刘健]